

?s pn=jp 2000348196  
S1 1 PN=JP 2000348196  
?t s1/5

1/5/1  
DIALOG(R)File 347:JAPIO  
(c) 2005 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

06762325 \*\*Image available\*\*  
THREE-DIMENSIONAL PICTURE GENERATION DEVICE AND ENVIRONMENT MAP GENERATION  
METHOD

PUB. NO.: 2000-348196 [\*JP 2000348196\* A]  
PUBLISHED: December 15, 2000 (20001215)  
INVENTOR(s): MURATA HIROYUKI  
SUGAWARA KEISUKE  
APPLICANT(s): NAMCO LTD  
APPL. NO.: 11-154583 [JP 99154583]  
FILED: June 02, 1999 (19990602)  
INTL CLASS: G06T-015/00; G06T-001/60; G09G-005/36; H04N-013/00

#### ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently store an environment map, which is required for execution of environment mapping using MIP mapping techniques also, in a cube memory in a three-dimensional picture generation device.

SOLUTION: A cube memory 18 is provided in which memory address can be specified by designation of two-dimensional coordinates. The environment map of a MIP map structure including environment maps 20, 20-1, 20-2, and 20-3 with a scale of 1/2 as the formal ratio is stored in the cube memory 18. Each of environment map 20, 20-1, 20-2, and 20-3 has six picture data projected each face of a cube. Six picture data are arranged like L to occupy 3/4 of the memory area having an aspect ratio of 1:2. Environment maps on smaller scales are successively arranged in a memory area having an aspect ratio of 1:2 circumscribed to recessed corner parts of the L-shaped memory area occupied by environment maps on large scales.

COPYRIGHT: (C) 2000, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-348196  
(P2000-348196A)

(43) 公開日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
G 0 6 T 15/00		G 0 6 F 15/72	4 5 0 A 5 B 0 4 7
1/60		G 0 9 G 5/36	5 1 0 V 5 B 0 8 0
G 0 9 G 5/36	5 1 0	H 0 4 N 13/00	5 C 0 6 1
// H 0 4 N 13/00		G 0 6 F 15/64	4 5 0 G 5 C 0 8 2

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-154583

(22) 出願日 平成11年6月2日 (1999. 6. 2)

(71) 出願人 000134855

株式会社ナムコ

東京都大田区多摩川2丁目8番5号

(72) 発明者 村田 弘幸

東京都大田区多摩川二丁目8番5号 株式  
会社ナムコ内

(72) 発明者 菅原 啓介

東京都大田区多摩川二丁目8番5号 株式  
会社ナムコ内

(74) 代理人 100082175

弁理士 高田 守 (外2名)

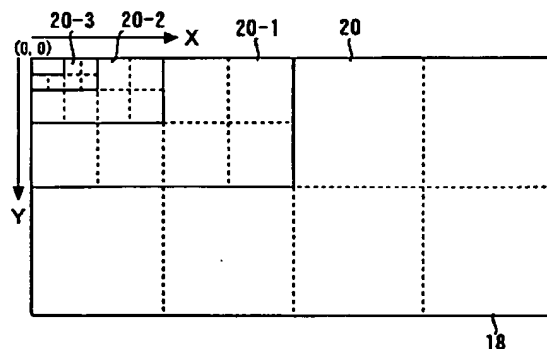
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元画像生成装置および環境マップの生成方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は3次元画像生成装置に関し、ミップマッピングの手法を併用した環境マッピングを実行するために必要な環境マップを効率的にキューブメモリに格納することを目的とする。

【解決手段】 2次元座標を指定することでメモリアドレスの特定が可能なキューブメモリ18を設ける。キューブメモリ18に、縮尺1/2を公比とする環境マップ20, 20-1, 20-2, 20-3を含むミップマップ構造の環境マップを記憶させる。環境マップ20, 20-1, 20-2, 20-3のそれぞれは、立方体の各面に投影された6枚分の画像データを有する。6枚分の画像データは縦横比1:2のメモリ領域の3/4を占めるL字状に配置される。縮尺の小さな環境マップは、順次、縮尺の大きな環境マップに占有されるL字状のメモリ領域の凹状角部に外接する縦横比1:2のメモリ領域内に配置する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被表示物体の表面にその周囲の風景を映し込む環境マッピングを行う3次元画像生成装置であって、

2次元座標を指定することでメモリアドレスの特定が可能な2次元メモリとして使用することができ、かつ、立方体の表面に対応付けられたメモリ領域を有するメモリを備え、

前記メモリは、縮尺が公比1/2の等比数列を成す複数の環境マップを含むミップマップ構造の環境マップを格納し、

前記複数の環境マップのそれぞれは、立方体の各面に投影された6枚の画像に対応する画像データを有し、

前記複数の環境マップのそれぞれが有する6枚の画像の画像データは、縦横比1:2のメモリ領域の3/4を占めるL字状に配置された状態で前記メモリに記憶され、かつ、

前記ミップマップ構造の環境マップは、縮尺の小さな環境マップが、順次、縮尺の大きな環境マップに占有されるL字状のメモリ領域の凹状角部に外接する縦横比1:2のメモリ領域内に配置されるように、前記メモリに記憶されていることを特徴とする3次元画像生成装置。

【請求項2】 前記複数の環境マップのそれぞれが有する6枚分の画像データの配置は、全ての環境マップについて統一されており、

前記複数の環境マップのうち、縮尺の小さい環境マップは、縮尺の大きな環境マップに占有されるメモリ領域より、前記メモリの原点(0, 0)側のメモリ領域に格納されていることを特徴とする請求項1記載の3次元画像生成装置。

【請求項3】 前記複数の環境マップのそれぞれが有する6枚の画像の画像データは、前記立方体の6面のうち5面の画像の連続性が維持される状態で前記メモリに記憶されていることを特徴とする請求項1または2記載の3次元画像生成装置。

【請求項4】 前記複数の環境マップのそれぞれが有する6枚の画像の画像データは、前記立方体に投影される画像のうち、前記被表示物体との関係で手前、奥、右および左に位置する4枚の画像の連続性が維持される状態で前記メモリに記憶されていることを特徴とする請求項1乃至3の何れか1項記載の3次元画像生成装置。

【請求項5】 3次元画像の生成過程で、被表示物体の表面にその周囲の風景を映し込む環境マッピングを行う際に参照される環境マップの生成方法であって、立方体の各面に投影された6枚の画像に対応する画像データを作成するステップと、

前記6枚の画像データに基づいて、縮尺が公比1/2の等比数列を成す複数の環境マップを含むミップマップ構造の環境マップを作成するステップと、

2次元座標を指定することでメモリアドレスの特定が可

能であり、かつ、立方体表面に対応付けられたメモリ領域を有するメモリに、前記ミップマップ構造の環境マップを記憶させるステップとを備え、

前記複数の環境マップのそれぞれが有する6枚の画像の画像データは、縦横比1:2のメモリ領域の3/4を占めるL字状に配置された状態で前記メモリに記憶され、かつ、

前記ミップマップ構造の環境マップは、縮尺の小さな環境マップが、順次、縮尺の大きな環境マップに占有されるL字状のメモリ領域の凹状角部に外接する縦横比1:2のメモリ領域内に配置されるように、前記メモリに記憶されていることを特徴とする環境マップの生成方法。

【請求項6】 前記複数の環境マップのそれぞれが有する6枚分の画像データの配置は、全ての環境マップについて統一されており、

前記複数の環境マップのうち、縮尺の小さい環境マップは、縮尺の大きな環境マップに占有されるメモリ領域より、前記メモリの原点(0, 0)側のメモリ領域に格納されていることを特徴とする請求項5記載の環境マップの生成方法。

【請求項7】 前記複数の環境マップのそれぞれが有する6枚の画像の画像データは、前記立方体の6面のうち5面の画像の連続性が維持される状態で前記メモリに記憶されていることを特徴とする請求項5または6記載の環境マップの生成方法。

【請求項8】 前記複数の環境マップのそれぞれが有する6枚の画像の画像データは、前記立方体に投影される画像のうち、前記被表示物体との関係で手前、奥、右および左に位置する4枚の画像の連続性が維持される状態で前記メモリに記憶されていることを特徴とする請求項5乃至7の何れか1項記載の環境マップの生成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、3次元画像生成装置および環境マップの生成方法に係り、特に、ミップ(MIP: Multum in Parvo) マッピングの手法を併用した環境マッピングを実行する3次元画像生成装置、およびその処理に用いられる環境マップを生成する方法として好適な環境マップの生成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、3次元画像の現実感を高める手法の一つとして、物体の表面に周囲環境を映り込ませる環境マッピングが知られている。環境マッピングを用いて3次元画像を生成する方法は、例えば、“Reflection Vector Shading Hardware”(Douglas Voorhies and Jim Foran: SIGGRAPH 94 Conference Proceedings, P163)に開示されている。

【0003】この手法によれば、環境マッピングは、所定の立方体の各面に対応するメモリ領域を有する環境マップを用いて実行される。以下、それら各面に対応する

メモリ領域を、便宜上「環境マップの各面」と称す。環境マップの各面には、上述した立方体を取り巻く3次元空間中の風景（無限遠の遠景を含む）を、その立方体の中心に向けて各面に投影することで得られる画像のデータが記憶されている。

【0004】環境マッピングの処理対象である物体（以下、「被表示物体」と称す）は、仮想的に、環境マップに対応する立方体の中心に配置される。被表示物体は、2次元的に配置された複数のピクセルを備える表示部に2次元画像として表示される。環境マッピングの処理はピクセル単位で行われる。以下、処理中の一つのピクセルを「着目ピクセル」と称し、また、ピクセルを「点」とみなす。

【0005】環境マッピングの処理では、上述した仮想的な状況の下で、着目ピクセル毎に、その着目ピクセルから被表示物体に向かう視線が設定され、その視線と被表示物体とが交わる点が反射点として定義される。被表示物体の各点については予め法線ベクトルが定められており、上記の如く反射点が設定されると、その点の法線ベクトルに基づいて、その反射点における視線の反射ベクトルが求められる。

【0006】視線の反射ベクトルは、反射点から着目ベクトルに向かう反射光を発生させる光と逆向きのベクトルである。従って、反射ベクトルの進行方向に存在する風景の色を着目ピクセルの色に反映させれば、反射点に風景が映し込まれているような表現を実現することができる。環境マッピングの処理では、上記の如く求められた反射ベクトルと環境マップとの交点が参照点として決定され、その参照点の画像データ（各色成分の輝度等）が着目ピクセルの色に反映される。その結果、表示部には、周囲の環境を映す被表示物体が表示される。

【0007】環境マッピングによって被表示物体に映し込まれる風景の縮尺は物体表面の曲率などに応じて変化する。ところで、環境マップに記憶されている風景の大きさ、すなわち、被表示物体に映し込まれる風景の元となる絵（以下、「元絵」と称す）の大きさが一定であると、風景を大きく表示する際には元絵上の多数の点がサンプリングされ、風景を小さく表示する際には元絵上の少数の点がサンプリングされる事態が生ずる。

【0008】元絵のサンプリング結果に基づいて表示を再生しようとする場合、元絵の中にサンプリング周波数の $1/2$ を越える周波数成分が含まれていると、エイリアシング（aliasing）、すなわち、再生画面上にチラツキ等の不具合を発生させる障害が発生する。従って、環境マッピングによって表示すべき風景に対して元絵が大き過ぎると、すなわち、元絵の解像度が高すぎると、サンプリング密度が不適当に小さくなってエイリアシングが起きることがある。

【0009】従来より、上述したエイリアシングを防止する手法としてミップマッピングが知られている。ミッ

プマッピングでは、同一の画像について予め準備された大きさの異なる複数の元絵が用いられる。より具体的には、ミップマッピングでは、表示すべき画像のサイズに応じて、複数の元絵の中から所定数の元絵（通常は2枚）が選択され、それら所定数の元絵のそれぞれからサンプリングされる画像データを補間処理することにより、各ピクセルの画像データが求められる。

【0010】上述したミップマッピングによれば、元絵に対するサンプリング密度が小さくなり過ぎるのを防止することができる。このため、上記のミップマッピングを併用して従来の環境マッピングを実行することによれば、被表示物体上に映し込まれる風景の大きさに関わらず、エイリアシングの発生を有効に防止することができる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】従来の環境マッピングを実行するためには、立方体の各面に対応する6面分の画像が必要である。従って、環境マッピングとミップマッピングとを組み合わせる行うためには、6面分の画像のそれぞれについて、大きさの異なる複数の元絵が必要である。

【0012】メモリ領域に生ずる無駄を排除するため、それら複数の元絵は効率的にメモリ内に記憶されることが望ましい。また、環境マップのデザインを容易にするためには、同じ縮尺で描かれた6枚の画像のデータが、画像相互のつながりが感覚的に理解し易い配置で2次元的に並んで記憶されていることが望ましい。更に、ミップマッピングの実行を容易とするためには、縮尺の異なる複数の画像上における同一点の対応が、複雑な座標変換を行うことなく容易にとれるべきである。

【0013】本発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、環境マッピングとミップマッピングとを併せて実行するために必要な環境マップを、上述した要求を満たす状態で記憶する3次元画像生成装置を提供することを第1の目的とする。

【0014】また、本発明は、上述した要求を満たす状態で記憶される環境マップを生成することのできる環境マップの生成方法を提供することを第2の目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的を達成するため、請求項1記載の発明は、被表示物体の表面にその周囲の風景を映し込む環境マッピングを行う3次元画像生成装置であって、2次元座標を指定することでメモリアドレスの特定が可能な2次元メモリとして使用できるメモリを備え、前記メモリは、縮尺が公比 $1/2$ の等比数列を成す複数の環境マップを含むミップマップ構造の環境マップを格納し、前記複数の環境マップのそれぞれは、立方体の各面に投影された6枚の画像に対応する画像データを有し、前記複数の環境マップのそれぞれが有する6枚の画像の画像データは、縦横比 $1:2$ のメモ

り領域の3/4を占めるL字状に配置された状態で前記メモリに記憶され、かつ、前記ミップマップ構造の環境マップは、縮尺の小さな環境マップが、順次、縮尺の大きな環境マップに占有されるL字状のメモリ領域の凹状角部に外接する縦横比1:2のメモリ領域内に配置されるように、前記メモリに記憶される構成を有している。

【0016】また、請求項2記載の発明は、請求項1記載の3次元画像生成装置であって、前記複数の環境マップのそれぞれが有する6枚分の画像データの配置は、全ての環境マップについて統一されており、前記複数の環境マップのうち、縮尺の小さい環境マップは、縮尺の大きな環境マップに占有されるメモリ領域より、前記メモリの原点(0, 0)側のメモリ領域に格納されるように構成されている。

【0017】また、請求項3記載の発明は、請求項1または2記載の3次元画像生成装置であって、前記複数の環境マップのそれぞれが有する6枚の画像の画像データは、前記立方体の6面のうち5面の画像の連続性が維持される状態で前記メモリに記憶されるように構成されている。

【0018】また、請求項4記載の発明は、請求項1乃至3の何れか1項記載の3次元画像生成装置であって、前記複数の環境マップのそれぞれが有する6枚の画像の画像データは、前記立方体に投影される画像のうち、前記被表示物体との関係で手前、奥、右および左に位置する4枚の画像の連続性が維持される状態で前記メモリに記憶されるように構成されている。

【0019】請求項5記載の発明は、上記第2の目的を達成するため、3次元画像の生成過程で、被表示物体の表面にその周囲の風景を映し込む環境マッピングを行う際に参照される環境マップの生成方法であって、立方体の各面に投影された6枚の画像に対応する画像データを作成するステップと、前記6枚の画像データに基づいて、縮尺1/2を公比とする複数の環境マップを含むミップマップ構造の環境マップを作成するステップと、2次元座標を指定することでメモリアドレスの特定が可能であり、かつ、立方体表面に対応付けられたメモリ領域を有するメモリに、前記ミップマップ構造の環境マップを記憶させるステップとを備え、前記複数の環境マップのそれぞれが有する6枚の画像の画像データは、縦横比1:2のメモリ領域の3/4を占めるL字状に配置された状態で前記メモリに記憶され、かつ、前記ミップマップ構造の環境マップは、縮尺の小さな環境マップが、順次、縮尺の大きな環境マップに占有されるL字状のメモリ領域の凹状角部に外接する縦横比1:2のメモリ領域内に配置されるように、前記メモリに記憶される構成を有している。

【0020】また、請求項6記載の発明は、請求項5記載の環境マップの生成方法であって、前記複数の環境マップのそれぞれが有する6枚分の画像データの配置は、

全ての環境マップについて統一されており、前記複数の環境マップのうち、縮尺の小さい環境マップは、縮尺の大きな環境マップに占有されるメモリ領域より、前記メモリの原点(0, 0)側のメモリ領域に格納されるように構成されている。

【0021】また、請求項7記載の発明は、請求項5または6記載の環境マップの生成方法であって、前記複数の環境マップのそれぞれが有する6枚の画像の画像データは、前記立方体の6面のうち5面の画像の連続性が維持される状態で前記メモリに記憶されるように構成されている。

【0022】また、請求項8記載の発明は、請求項5乃至7の何れか1項記載の環境マップの生成方法であって、前記複数の環境マップのそれぞれが有する6枚の画像の画像データは、前記立方体に投影される画像のうち、前記被表示物体との関係で手前、奥、右および左に位置する4枚の画像の連続性が維持される状態で前記メモリに記憶されるように構成されている。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、図1乃至図5を参照して、本発明の実施の形態について説明する。図1は、本発明の実施の形態1の3次元画像生成装置のブロック図を示す。図1に示す如く、本実施形態の3次元画像生成装置は、ジオメトリ部10、レンダリング部12、メモリ部14および表示部16を備えている。

【0024】ジオメトリ部10は、表示すべき3次元画像のデータを生成する処理や、生成した3次元画像のデータを2次元のデータに変換して出力する処理等を実行する部分である。

【0025】レンダリング部12は、3次元画像を表示部16に描画するために必要な種々の処理を実行する部分である。レンダリング部12における処理は、ジオメトリ部10から供給されるデータや、メモリ部16に格納されている各種のデータ等に基づいて実行される。

【0026】メモリ部14は、レンダリング部12の処理の実行に必要な情報を記憶しておくための領域である。本実施形態において、メモリ部14には、3次元画像を構成するポリゴンの奥行き情報を記憶するZバッファ(図示せず)や、3次元画像に用いられるテクスチャに関するデータを記憶するテクスチャメモリ(図示せず)と共に、環境マッピングの処理に必要な環境マップを格納するキューブメモリ18が含まれている。尚、本実施形態においては、キューブメモリ18が前記請求項1記載の「メモリ」に相当している。

【0027】表示部16は、2次元的に配置された複数のピクセルのそれぞれを適当に発色させることにより3次元画像を表示する部分である。本実施形態において、表示部16は、レンダリング部12からピクセル毎の描画データが供給されることにより3次元画像を表示する。

【0028】本実施形態の3次元画像装置は、レンダリング部16において、環境マッピング、すなわち、3次元画像を構成する被表示物体の表面に周囲環境を映り込ませる処理を実行する。図2は、環境マッピングの内容を説明するための概念図を示す。環境マッピングは、図2に示す環境マップ20を用いて行われる。環境マップ20は、キューブメモリ18に格納されており、所定の3次元空間中に仮定される所定の立方体の各面に対応するメモリ領域を備えている。以下、それら各面に対応するメモリ領域を、便宜上「環境マップ20の各面」と称す。

【0029】環境マップ20の各面には、上述した立方体を取り巻く3次元空間中の風景（無限遠の遠景を含む）に関する画像データが、より具体的には、その風景を立方体の中心に向けて立方体の各面に投影することで得られる画像のデータが記憶されている。尚、画像データには、例えば、立方体上の各点における各色成分（R、G、B等）の輝度や、各点の不透明度を表すオパシティ等が記憶されている。

【0030】環境マッピングの処理において、周囲の風景の映し込みの対象とされる物体（以下、「被表示物体22」と称す）は、環境マップ20に対応する立方体の中心に配置される。説明の便宜上、図2では被表示物体22を大きく表しているが、環境マッピングの処理において、被表示物体22は無限小であり、その表面上の全ての点が立方体の中心点に集約されているものとして扱われる。

【0031】被表示物体22は、2次的に配置された複数のピクセルを備える表示部16に表示される。以下、被表示物体22の各点に対応するピクセルを「着目ピクセル」と称し、また、ピクセルを点とみなす。環境マッピングの処理では、着目ピクセル毎に被表示物体22に向かう視線24が設定され、更に、視線24と被表示物体22とが交わる点が反射点26として定義される。

【0032】被表示物体22については、その表面上の各点について予め法線ベクトル（図示せず）が定められている。環境マッピングの処理では、上記の如く設定された反射点26について、その点の法線ベクトルに基づいて視線24の反射ベクトル28が求められる。反射ベクトル28は、反射点26から着目ベクトルに向かう反射光を発生させる光と逆向きのベクトルである。従って、反射ベクトル28の進行方向に存在する風景の色を着目ピクセルの色に反映させれば、反射点26に風景が映し込まれているような表現を実現することができる。

【0033】環境マッピングの処理では、上記の如く求められた反射ベクトル28と環境マップ20との交点が参照点30として決定され、その参照点30に関するデータを用いて個々の着目ピクセルに反映させる画像データが算出される。その結果、表示部16には、周囲の環

境を映す被表示物体22が表示される。

【0034】本実施形態の3次元画像生成装置は、レンダリング部12において、上述した環境マッピングと併せてミップマッピングの処理を実行する。図3は、ミップマッピングの内容を説明するための概念図を示す。より具体的には、図3（A）はミップマッピングの際に参照される縮尺1の元絵（面0）を、図3（B）は面0と同じ画像が縮尺1/2で描かれた元絵（面1）を、図3（C）は面0と同じ画像が縮尺1/4で描かれた元絵（面2）を、また、図3（D）は面0と同じ画像が縮尺1/8で描かれた元絵（面3）をそれぞれ示す。

【0035】ミップマッピングは、図3（A）乃至図3（D）に示すような複数の元絵、すなわち、同じ画像を異なる縮尺で表した複数の元絵を使用して行われる。すなわち、ミップマッピングの処理では、上述した複数の元絵の中から、表示すべき画像と縮尺の近似する所定数（例えば2枚）の元絵が選択され、それらの元絵からサンプリングされた画像データを用いた補間処理が実行されることにより各ピクセルの画像データが算出される。縮尺の異なる元絵の数は、等比数列的に縮尺を変化させることにより所望の数だけ設けることができる。以下、縮尺の異なるそれら一連の元絵を「ミップマップ」と、また、縮尺の異なる一連の元絵を組み合わせた構造を「ミップマップ構造」と称す。

【0036】本実施形態において、ミップマップは、環境マップ20に対応する立方体の各面に投影された6枚の風景画像のそれぞれについて準備されている。換言すると、本実施形態において、キューブメモリ18には、縮尺の異なる複数の環境マップが、上述したミップマップ構造で記憶されている。以下、「環境マップ20」は、図3（A）に示す“面0”に対応する環境マップ、すなわち、縮尺1/1の環境マップを指すものとする。また、“面1”以降に対応する縮尺1/2以下の環境マップを特に指定する必要がある場合は、その環境マップを「環境マップ20-n」（nは整数）と記す。

【0037】レンダリング部12は、図1に示す如く、キューブアドレス生成部32、環境ジェネレータ34、および色演算部36を備えている。キューブアドレス生成部32では、以下の処理が実行される。

（1）上述した手法で着目ピクセル毎に視線24および反射ベクトル28を生成し、縮尺1/1の環境マップ20上で参照点30を決定する処理。

（2）表示すべき画像の大きさに応じて参照すべき2枚の環境マップ20-nを選択する処理。

（3）選択された環境マップ20-n上で参照点30に対応する点を求め、それらの点に対応するキューブメモリ18上でのアドレス（以下、「キューブアドレス」と称す）を出力する処理。

【0038】キューブアドレス生成部32から出力されるキューブアドレスは環境ジェネレータ34に供給され

る。環境ジェネレータ34では、以下の処理が実行される。

(1) キューブメモリ18にアクセスして、キューブアドレスに対応する画像データを読み出す処理。

(2) キューブメモリ18から読み出した画像データを用いて適当な補間処理を行うことで、表示すべき画像の大きさに適合する画像データを求める処理。

【0039】環境ジェネレータ34で求められた画像データは色演算部36に供給される。色演算部36は、レンダリング部12の他の部分で演算された画像データに、環境ジェネレータ34で求められた画像データを反映させることにより、着目ピクセルで発色させるべき色に関するデータを演算する。色演算部36で生成されたデータは表示部16に供給される。その結果、風景が映し込まれた被表示物体22が表示部16に表示される。

【0040】上述の如く、レンダリング部12は、キューブメモリ18に記憶されているミップマップ構造の環境マップを用いて、ミップマッピングと環境マッピングとを組み合わせて着目ピクセルに反映させるべき画像データを求める。ミップマッピングによれば、表示すべき風景の大きさに応じて元絵に対するサンプリング密度が大きく変化するのを防止して、小さな画像でエイリアシングが生ずるのを防止することができる。従って、本実施形態の3次元画像生成装置によれば、被表示物体22の表面に精細な風景を任意の大きさに映し込ませることができる。

【0041】本実施形態の3次元生成装置において、キューブメモリ18の内部、そのインターフェースの内部、或いは環境ジェネレータ34の内部には、2次元データ(x, y)をキューブメモリ18のメモリアドレスに変換する変換部が含まれている。従って、本実施形態において、キューブメモリ18は、2次元座標を指定することでメモリ領域が特定できるメモリ(以下、「2次元メモリ」と称す)として使用することができる。

【0042】本実施形態の3次元生成装置は、上記の如く2次元メモリとして扱うことのできるキューブメモリ18の内部に、以下に説明する状態でミップマップ構造の環境マップが格納されている点に特徴を有している。以下、図4および図5を参照して、本実施形態の特徴部について説明する。

【0043】図4(A)は、環境マップ20に対応する立方体の展開図の1例を示す。環境マップ20には、上記の如く6面分の風景画像が記憶されている。図4

(A)において、“上”、“下”、“左”、“右”、“手前”、“奥”は、それぞれ、スクリーンの観察者にとっての方向を示す。但し、表裏の関係は被表示物体から見た向きとなっている。このため、図4上では左右が逆転している。6枚の風景画像のデータは、それらの画像が投影された各面を例えば図4(A)のように展開することで、互いの画像の連続性を最大限維持したまま2

次元のデータ領域に格納することが可能となる。

【0044】従って、キューブメモリ18に、図4

(A)に示す展開図と同じ2次元形状のメモリ領域を確保して、そのメモリ領域に展開図と同じ配列で画像データを格納すれば、各面の画像相互の連続性を最大限に維持した状態で、環境マップ20の画像データをキューブメモリ18に納めることができる。しかしながら、図4(A)に示す展開図の配置をそのままキューブメモリ18に反映させると、キューブメモリ18中に無駄な領域が発生し易い。

【0045】このため、本実施形態においては、図4(B)に示す如く、“下”の画像データを、“上”と“左”の双方に接する位置に移動させた状態で、環境マップ20の画像データをキューブメモリ18に格納している。環境マップ20の画像データをこのように配置することによれば、5枚の風景画像の連続性を維持したまま、キューブメモリ18に効率的にデータを格納することが可能となる。

【0046】図5は、本実施形態において用いられるキューブメモリ14のメモリ領域を表す概念図である。本実施形態において、キューブメモリ14には、縦横比が1:2であり、かつ、環境マップ20の総面積に対して4/3の面積を有するメモリ領域が与えられている。図5に示す如く、環境マップ20のデータは、キューブメモリ14の原点(0, 0)付近が未使用領域となるように、キューブメモリ14に格納される。

【0047】環境マップ20が上記の如くキューブメモリ14に格納されると、キューブメモリ14の原点

(0, 0)付近には、環境マップ20によって使用されない領域が、環境マップ20によって使用される領域の1/3だけ残存する。本実施形態において、その未使用領域には、環境マップ20と同様に図4(B)に示す状態に配置された環境マップ20-1のデータが格納されている。縮尺が1/2である環境マップ20-1の総面積は、縮尺が1/1である環境マップ20の総面積の1/4であるため、環境マップ20-1は上述した未使用領域内に納めることができる。

【0048】同様に、環境マップ20-2は、環境マップ20-1によって使用されない領域内に、また、環境マップ20-3は、環境マップ20-2によって使用されない領域内に順次配置される。このように、本実施形態で用いられるキューブメモリ18の内部には、ミップマップ構造を有する環境マップのデータが、順次無駄なメモリ領域を発生させることなく、環境マップ20の総面積に対して4/3の面積を有するメモリ領域の中に効率的に格納されている。

【0049】上述の如く、キューブメモリ18に格納されている個々の環境マップ20, 20-1, 20-2, …は、6枚の風景画像のうち5枚の風景画像の連続性が保たれた状態で記憶されている。特に、本実施形態に

においては、被表示物体22の側面を取り巻く手前、奥、左および右の画像の連続性が維持されている。被表示物体22を取り巻く風景は、個々の風景画像の連続性が維持されているほど感覚的に理解し易い。特に、横方向に連続すべき手前、奥、左および右の画像の連続性が保たれていると、その風景を感覚的に理解することが容易である。環境マッピングを利用するシステムは、環境マッピングに用いられる風景が感覚的に理解し易いほど扱いが容易となる。このため、本実施形態の3次元画像生成装置によれば、扱いが容易となるという効果を得ることができる。

【0050】また、本実施形態の3次元画像生成装置において、ミップマップ構造の環境マップは、縮尺が $1/2$ となる毎にデータ領域が原点(0, 0)に近づくようにキューブメモリ18に記憶されている。このようなデータ構造によれば、環境マップ20上に参照点20を決定した後、その参照点20のx、y座標値を共に $1/2$ とするだけで、環境マップ20-1上の対応点の座標値( $x/2$ ,  $y/2$ )を求めることが可能となる。

【0051】更に、その参照点20のx、y座標値を $1/4$ 、或いは $1/8$ とするだけで、環境マップ20-2、または20-3上の対応点の座標値( $x/4$ ,  $y/2$ )、または( $x/8$ ,  $y/8$ )を求めることが可能となる。このように、本実施形態において用いられる環境マップのデータ構造によれば、ミップマッピングの処理の過程で要求される座標変換を容易な処理により実現することができる。従って、本実施形態の3次元画像生成装置によれば、ミップマッピングの処理を容易に行うことができる。

【0052】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、複数の環境マップのそれぞれが備える6枚分の画像データは所定のL字状に配列された状態でメモリに格納される。また、それらの環境マップの画像データは、縮尺の小さな環境マップの画像データが、順次、縮尺の大きな環境マップに占有されるL字状のメモリ領域の凹状角部に外接するようにメモリに格納される。このような構造によれば、縮尺の異なる複数の環境マップを含むミップマップ構造の環境マップを、効率的にメモリに格納することができる。従って、本発明によれば、3次元画像生成装置の小型化および低価格化を図ることができる。

【0053】請求項2記載の発明によれば、ミップマップ構造の環境マップに含まれる複数の環境マップは、メモリに原点(0, 0)付近のメモリ領域を占有しないように縦横被1:2のメモリ領域中に格納される。また、本発明において、環境マップのそれぞれが格納されるメモリ領域は、その環境マップの縮尺が $1/2$ となる毎に原点(0, 0)に近づく。この場合、所定の環境マップ上の任意の点の座標を(x, y)とすると、その環境マップの縮尺に対して $1/2$ の縮尺を有する環境マップ上

で、その任意の点に対応する点の座標は( $x/2$ ,  $y/2$ )となる。このため、本発明によれば、ミップマップ構造の環境マップ上で相互に対応する点を、簡単な座標変換を行うだけで容易に対応付けることができる。このため、本発明によれば、ミップマッピングと環境マッピングとを組み合わせた処理を、簡単な処理により実現することができる。

【0054】請求項3記載の発明によれば、ミップマップ構造の環境マップに含まれる複数の環境マップのそれぞれが、5枚分の画像データの連続性を維持した状態でメモリに格納されている。このような画像データの配置によれば、環境マップに記憶されている画像を感覚的に容易に理解することができる。このため、本発明によれば、3次元画像生成装置の扱いを容易とすることができる。

【0055】請求項4記載の発明によれば、ミップマップ構造の環境マップに含まれる複数の環境マップのそれぞれが、手前、奥、右および左に位置する4枚分の画像データの連続性を維持した状態でメモリに格納されている。このような画像データの配置によれば、環境マップに記憶されている画像を、感覚的に特に容易に理解することが可能となる。このため、本発明によれば、3次元画像生成装置の扱いを容易とすることができる。

【0056】請求項5記載の発明によれば、複数の環境マップのそれぞれが備える6枚分の画像データを、所定のL字状に配列された状態で、効率的にメモリに格納することができる。このため、本発明によれば、ミップマッピングと環境マッピングとを組み合わせるための環境マップを、少ないメモリ消費量で安価に製造することができる。

【0057】請求項6記載の発明によれば、ミップマップ構造の環境マップに含まれる複数の環境マップを、簡単な座標変換で対応点の対応付けができる状態で効率良くメモリに格納することができる。このため、本発明によれば、ミップマッピングと環境マッピングとを組み合わせた処理を簡単な処理で実現するうえで好適な環境マップを、容易に生成することができる。

【0058】請求項7記載の発明によれば、ミップマップ構造の環境マップに含まれる複数の環境マップのそれぞれを、5枚分の画像データの連続性が維持されるようにメモリに格納することができる。このため、本発明によれば、感覚的に理解し易い状態で画像を記憶する環境マップを生成することができる。

【0059】請求項8記載の発明によれば、ミップマップ構造の環境マップに含まれる複数の環境マップのそれぞれを、手前、奥、右および左に位置する4枚分の画像データの連続性が維持されるようにメモリに格納されている。このため、本発明によれば、感覚的に特に理解し易い状態で画像を記憶する環境マップを生成することができる。



【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1の3次元画像生成装置のブロック図である。

【図2】 図1に示す3次元画像生成装置において実行される環境マッピングの内容を説明するための図である。

【図3】 図1に示す3次元画像生成装置において実行されるミップマッピングの内容を説明するための図である。

【図4】 図1に示す3次元画像生成装置が備えるキューブメモリに記憶される画像データの配置を説明するための図である。

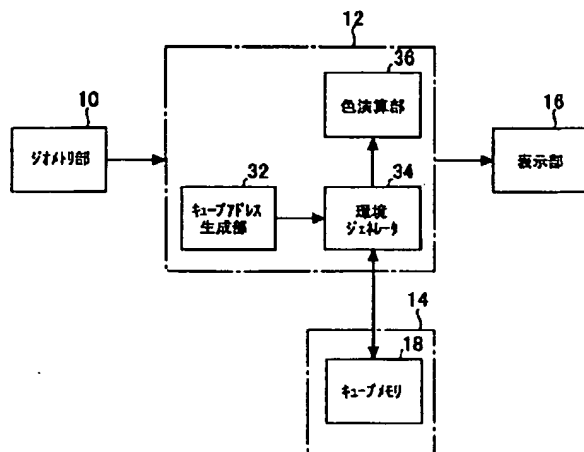
【図5】 図1に示す3次元画像生成装置が備えるキューブメモリのメモリ領域を概念的に表す図である。

キューブメモリのメモリ領域を概念的に表す図である。

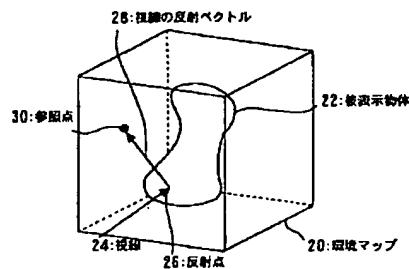
【符号の説明】

- 10 ジオメトリ部
- 12 レンダリング部
- 14 メモリ部
- 16 表示部
- 18 キューブメモリ
- 20, 20-1, 20-2, 20-3 環境マップ
- 22 被表示物体
- 24 視線
- 26 反射点
- 28 視線の反射ベクトル
- 30 参照点

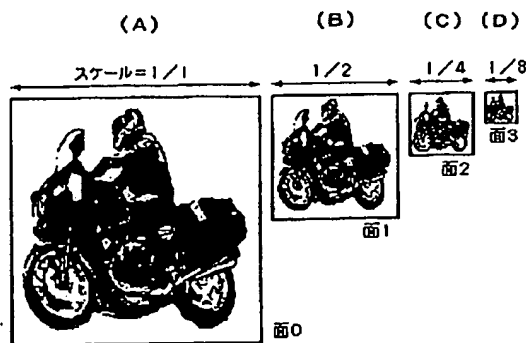
【図1】



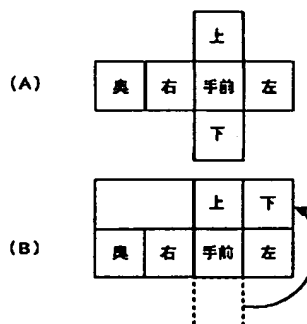
【図2】



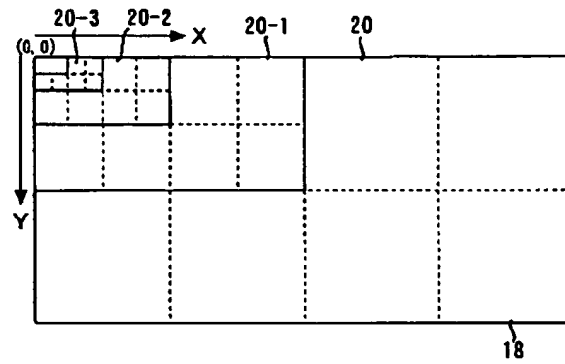
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5B047 AA30 EB15  
5B080 CA09 GA22  
5C061 AA21 AB12 AB17  
5C082 BA12 BA34 BA46 BB15 CA32  
CA55 CB01 DA53 MM04 MM07  
MM10